

空中写真を用いた天然林特徴抽出手法の研究

○米 康充 (パスコ)・小熊宏之 (国環研)・守田英明・金子潔 (北大中川林)

1. はじめに

京都議定書において、国内の管理された森林における吸収量が (最大 3.9%まで) 温暖化対策として認められることになった。これに対し、日本国内では新たな森林の造成を行うことは非常に困難であり、議定書 3 条 4 項で規定されている「管理された森林」における CO₂ 吸収量を増大させる活動を大規模に実施し、京都議定書の数値目標の達成に貢献することが重要な課題となっている。そのためには、この森林管理活動による吸収増加効果を客観的に評価する手法についての開発が必要となっているが、人工林については、齢構造・林分構造といった森林のインベントリーデータがあるが、天然林については精度良く整備されていないという問題がある。天然林は人工林と異なり「更新時期」が明確でなく、また不均一性を持つため、その林分構造データを「広域」に得ることは困難である。近年、航空機 Lidar¹ やラインセンサー、高解像度衛星² を用いて森林計測を行う試みがあり、この「広域」性の問題は今後解決されると考えられるが、「更新時期」等の齢構成に係わる情報については、過去のデータとの比較検討が必要となる。この点空中写真は、過去 50 年のデータを入手することが可能な唯一のデータであると考えられる。よって、本研究ではこの空中写真から天然林特徴抽出を行う手法の検討を行うことにした。

2. 研究対象地とトゥルースデータ

本研究は、北海道北部に位置する北海道大学中川研究林の照査法試験林 7 小班 (8.17ha) を中心に行った。対象地は汎針広混交林帯に属する天然林であり約 10 年を経理期として施業試験が行われている。毎木調査が 1972・1982・1992 年に胸高直径 15cm 以上の立木について行われ、それらの次の年である 1973・1983・1993 年に択伐作業が行われている。このデータを空中写真解析のトゥルースとするため、1997 年にトータルステーションを用い、調査時に存在していた 2217 本の立木について座標を測定した。また、それまでに伐採されて調査時に存在していない立木については、伐根位置のスケッチや毎木調査時の足取り図を元に推定を行った。また、対象林分のバイオマス (材積) は、中川照査法試験林経理表³ により胸高直径より求めた。

3. 解析手順

①スキャン：表 1 に示した対象地を含む空中写真ポジフィル

ムを 20 ミクロンでスキャンし、地上分解能約 40cm のデジタル画像を作成した。

表 1. 使用した空中写真

| 撮影日 | 撮影地区指定番号 | コース番号 | 写真番号 | 使用写真機 | 焦点距離 | 撮影縮尺 |
|------------|----------|-------|------|-------|----------|----------|
| 1980/06/19 | 山-918 | C-2 | 7,8 | RC-10 | 213.80mm | 1:20,000 |
| 1991/06/08 | 91-1 | C-2 | 9,10 | RC-10 | 213.58mm | 1:20,000 |
| 2001/07/18 | 01-1 | C-2 | 8,9 | RC-30 | 214.88mm | 1:20,000 |

②GCP 取得：対象地付近には明瞭な人工構造物が少なく年次の移り変わりと共に改変が行われているため、森林基本図 (1:5,000) との対比により GCP の取得を行うことは困難であった。そこでまず対象地付近で取得された航空機 Lidar データ (表 2) より作成した DEM データを基に 2001 年の空中写真上に GCP を取得し、DTM・オルソ画像抽出を行った。1991・1980 年の空中写真については、このデータを基に GCP を取得した。

表 2. 使用した航空機 Lidar データ

| | |
|---------|----------------------------|
| データ取得高度 | 1,800m |
| 基準面 | 100m |
| 撮影速度 | 204km/h |
| 視野角 | 22° |
| 撮影幅 | 1,000m |
| 測定間隔 | 進行方向 平均3.3m 直角方向 平均3.6m |
| コース往復数 | 2往復 |
| 発射パルス数 | 15,000Hz |
| 使用機材 | RAMS |
| データ取得日時 | 2002/08/26~2002/09/05 |

③DTM・オルソ画像抽出：ERDAS Imagine OrthoBase Pro8.6 を用い、空中写真ステレオペアより DTM・オルソ画像抽出を行った。

④樹冠高 DSM 抽出：まず、先の航空機 Lidar データから地盤高 DEM を作成した。この DEM は過去においても変動はないと仮定し、

$$\text{樹冠高 DSM} = \text{各年の抽出 DTM} - \text{地盤高 DEM} \quad (1)$$

により求めた。

⑤林型区分・バイオマス (材積) 算出：空中写真から材積を求めるため、まず林型区分をおこない、空中写真林分材積表により算出することとした。林型区分は針広別 (針葉樹・広葉樹・針広混交林)、平均樹高・疎密度 (%) により行い、中川地方航空林分材積表⁴ の疎密度を%表記に改訂して使用した (2)。

$$V=2.199R+17.39H-243.65 \quad \text{針葉樹林}$$

$$V=3.151R+21.61H-259.90 \quad \text{広葉樹林}$$

$$V=2.175R+8.42H-172.89 \text{ 針広混交林} \quad (2)$$

V:材積(m³/ha), R:疎密度(%), H:平均樹高(m)

林型区分には、まず森林を同質と考えられる集合体に区分する必要がある⁶⁾が、これには各年のオルソ画像および樹冠高 DSM 画像を Definiens eCognition の Segmentation 機能を用いて区分を行った。(図1) また、同ソフトを用い、オルソ画像の輝度値・区分線の形状・樹冠高より教師付き分類を行い針葉樹・広葉樹・裸地の分類を行った。

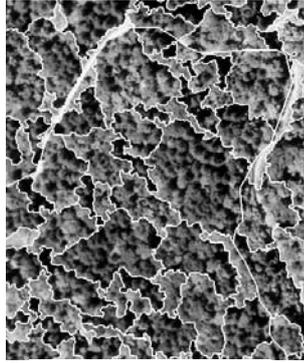


図1. 林型区分例

⑥経年変化の抽出: 空中写真より抽出した2001年のDTMから1980年のDTMの差分を算出することで、21年間の樹冠標高変化量図の作成を行った。(図2)

4. 結果と考察

図3は、⑤により区分を行った林型区分ごとの推定材積と実材積の比較を行ったものである。推定材積は過小に評価される傾向にあった。これは、空中写真判読では樹高上層木の樹高平均を用いるのに対し、本手法では小さなギャップ等に生育している立木の樹高も含めて平均化していることや、林床のササ等により地盤高 DEM が実際より高くなっているため、樹高が低く算出された可能性がある。これらについては、今後の検討課題としたい。

図2には、21年間の樹冠標高変化量図を示した。樹冠標高

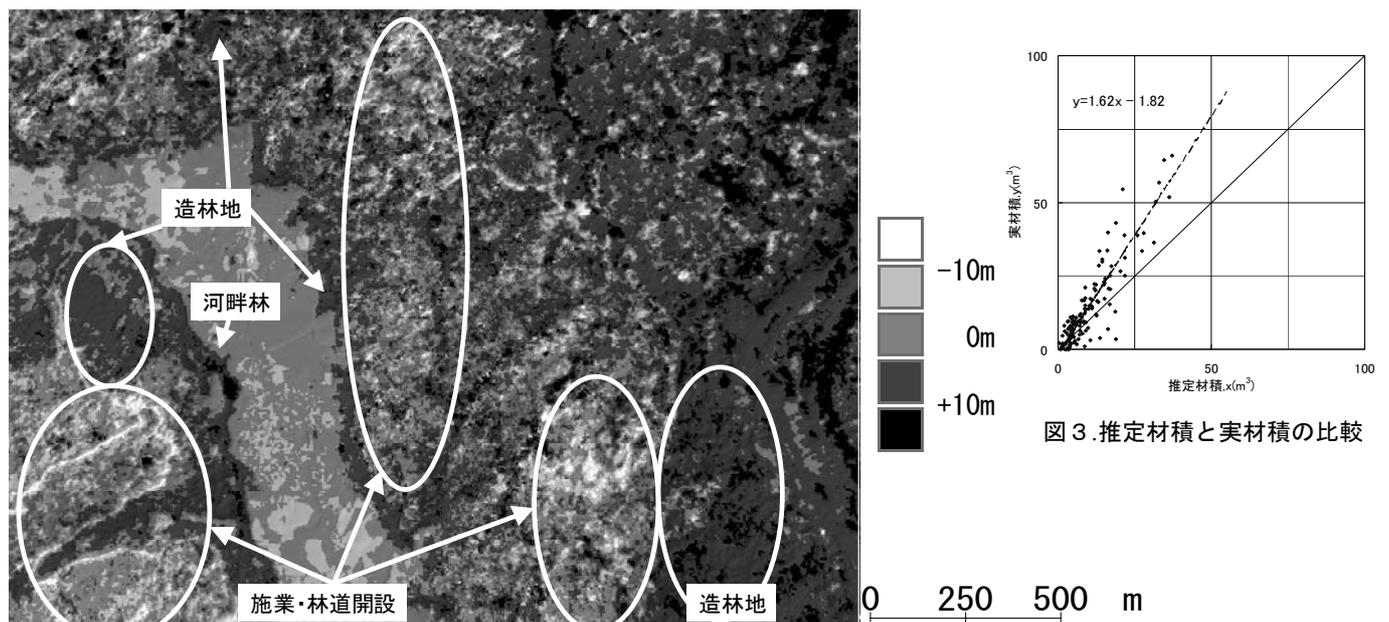


図2. 樹冠標高変化量図

差が0m以下になっている場所は、新しく設けられた林道や、択抜施業による伐採と考えられる。樹高成長が10m以上と大きな値を示す場所は、造林地などの若齢林や河畔林など成長の早い樹種で構成された林地や、林道の周囲等で樹冠面積が拡大した場所であった。

5. まとめ

樹冠標高変化量図により森林施業の検出が容易にできることが示唆された。今後は、林型区分・バイオマス推定精度向上と、林分の遷移や齢構造の検出手法についての検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 米ら, 京都議定書に関わる吸収源計測システムの開発—航空機 Lidar によるカラマツ林の樹冠計測と材積・炭素重量計測精度の検証—, 日本リモートセンシング学会誌, 22(5), 531-543, 2002.
- 2) 鈴木ら, 高解像度衛星データを用いた林相図作成手法の開発(そのI)—樹種分類と樹高級区分(ヒノキ)の検討, 第114回日林学術講, 309, 2003.
- 3) 大金ら, 照査法試験林の施業経過と成績—北海道大学中川地方演習林の試験林の分析—, 北大演研報, 45(1), 61-113, 1988.
- 4) 魚住, 航空写真による中川地方演習林の蓄積査定, 北海道大学卒業論文, pp55, 1966.
- 5) 渡辺, 最新森林航測ハンドブック, pp246, 日本林業技術協会, 東京, 1993.

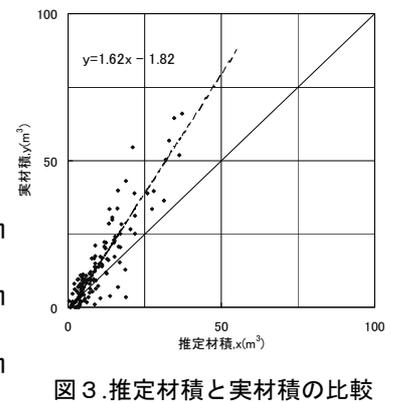


図3. 推定材積と実材積の比較